摩擦、磨损和润滑

Anton Paar

摩擦磨损试验机

独特的产品组合

安东 帕致力于开发、生产和分销用于全球研发和质量控制的分析仪器，并为这些产品提供支持。

我们的摩擦磨损测试仪产品组合可为您提供市场上最广泛的选择。

我们从事摩擦磨损试验机产品设计和销售已超过 35 年，之前主要出售 CSM 品牌仪器。我们的 MCR 摩擦磨损分析仪系列则是另一高品质的选择，其采用了 EC 测量头，这是公司 20 年专业经验的结晶。这些仪器可用于科研及高端开发应用。

摩擦学是研究发生相对运动的相互作用表面以及相关课题和实践的科学技术。摩擦学包括对摩擦、磨损和润滑的研究。

所谓的摩擦力被定义为一个物体在另一个物体上移动时所受到的阻力。当两个紧贴表面彼此间存在相对运动时，就会发生磨损，因而造成表面损坏和材料的逐渐损失。为了减少损坏，在两个表面之间采用由气体、液体和固体物质构成的薄层来促进理想的运动。此种措施被称为润滑。

最大影响因素

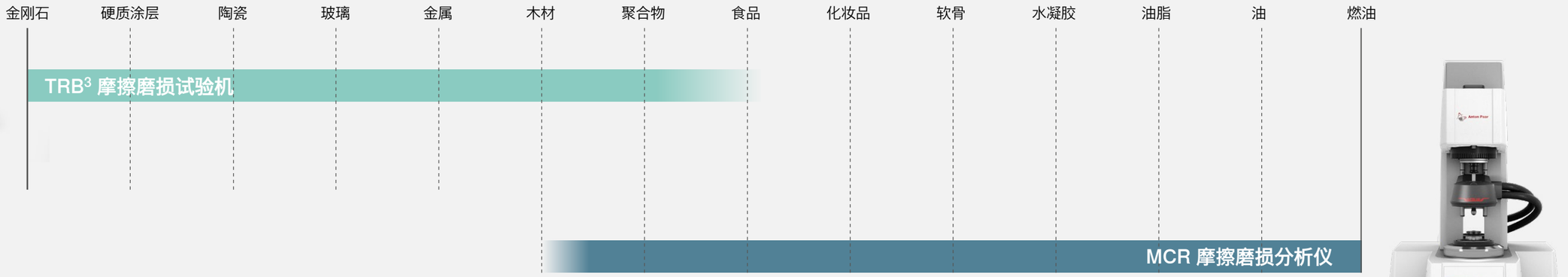
将材料投入使用前，对其摩擦性能的了解和控制至关重要。有必要在实际使用条件下对材料进行摩擦实验和分析，因为材料的摩擦特性受多种外部因素的影响，比如：

- 接触压力
- 运动方式
- 运动速度
- 测试时间
- 温度
- 湿度
- 真空度
- 气体成分

... 还有很多

我们的摩擦测试解决方案涵盖了各种各样的实验条件。

它包括标准的销盘式产品型号以及针对高温、纳米材料、湿度和真空应用的产品型号。



安东帕的摩擦测试

测量原理

我们的摩擦磨损分析仪是独具特色的专用高精度仪器，适用于多种摩擦系统的摩擦、磨损和润滑特性测量。使用 TRB^3 摩擦磨损分析仪和 MCR 摩擦磨损分析仪，可在干燥或润滑模式下进行测量。

使用 TRB^3 摩擦磨损分析仪，在采用或未采用润滑剂的固-固接触摩擦测试中，通过球形、针形或平面形静止部件在样品上施加已知的精确作用力。该静止部件作为精确的无摩擦力传感器安装在刚性悬臂上，同时对悬臂梁的偏转角进行测量，以测定其摩擦力。样品和静止部件的磨损量可通过材料在测试过程中的体积损失来计算。

对于 MCR 摩擦磨损分析仪，除可实现球面/平面、平面/平面和球面/球面等典型接触形状外，还可实现如滚动轴承测试等更复杂的情况。MCR 驱动施加受控的法向力进行上下移动。扭矩由 EC 电机控制和测量，摩擦力根据扭矩计算。配备了空气轴承，MCR 摩擦磨损分析仪能够在几十年间完成速度测量。

定制解决方案:

我们的摩擦磨损分析仪易于调整，可以满足不同客户的测试需求。这些定制解决方案涵盖从在线磨损深度测量和在线轮廓到接触电阻、摩擦腐蚀测量、精确加热和冷却、液体测试及其他多个方面。

运动模式

TRB3 摩擦磨损分析仪具有旋转模式、直线往复模式以及旋转往复模式。该仪器可通过这些方式来模拟实际应用中遇到的不同类型的运动。此外，因载荷与旋转轴之间的机械偏心度而引起的测量误差可通过独特的旋转往复运动模式来消除。MCR 摩擦磨损分析仪上可实现旋转和振荡运动。振荡测量可用于评估摩擦系统的复杂特性。

摩擦学参考样品包

借助摩擦学参考样品包，用户可以进行性能验证。TRB^3 可以精确测量摩擦系数 (CoF)，标准偏差小于 0.0025 。TRB ^{3} 的独特设计即使在长时间测量(例如超过一小时)时也能确保这种精度。

环境条件

我们的标准销盘式摩擦磨损分析仪配备了外罩，因此在测量过程中可保持不同湿度和气体成分构成的大气环境处于受控状态。专用的湿度和真空室可实现最先进的环境控制，同时提供高温和低温选项以满足极端测试条件。MCR 摩擦磨损分析仪可使用基于帕尔贴或电加热的系统进行温度控制。这些仪器配备了扩展温控设备(附件)后，适用于某些受控的环境(气体和相对湿度)。

国际标准

我们的 TRB^3 摩擦磨损分析仪完全符合 ASTM G99 和 ASTM G133 标准。

安东帕摩擦磨损分析仪

销盘式摩擦磨损分析仪 (TRB^3)

在过去 35 年来，我们的销盘式摩擦磨损试验机在全球范围的安装超过了 1000 台，已成为摩擦、磨损和润滑测试领域的标准仪器。测量参数、接触形状和摩擦副选项范围广泛，用户可以模拟各种实际使用工况进行摩擦测试，例如不同运动方式（旋转、线性或往复，以及偏角往复）、接触模式、速度、润滑、材料、高温和湿度等。

独特功能:

- 两个摩擦力传感器用于尽可能减少热漂移引起的错误
- 采用独立法向载荷加载和摩擦力测量，可避免不同作用力信号之间相互影响
- 集成的温湿度传感器，用于实时环境监控
- 摩擦力和转速易于计算
- 参考样品包，便于最终用户对摩擦磨损分析仪计进行性能验证
- 集成的 Python 编程环境，配备用于数据分析和自定义测试序列的脚本功能
- 符合 ASTM G99 和 ASTM G133 标准

高温摩擦磨损分析仪 (THT 800 °C)

分析该材料在较高温度条件下的摩擦和磨损特性变得越来越重要、对于切削工具、内燃机和发电厂的研发和质量控制尤其如此。为了满足材料测试需求，我们推出了功能强大的高温摩擦磨损分析仪，该仪器能均匀加热样品，并精确控制样品温度(高达 800 ℃)，以模拟材料的 真实使用条件。

独特功能:

- 配备双 LVDT 摩擦力传感器以尽量减小摩擦力测量的热漂移误差
- 通过循环加热元件和水冷却系统来实现精确且均匀的温度控制(高达 800 °C)
- 采用独立法向载荷加载和摩擦力测量设计，可避免不同作用力信号之间相互影响
- 配备用于摩擦载荷测量的高线性度和精确性弹性臂
- 符合 ASTM G99 和 ASTM G133 标准

安东帕摩擦磨损分析仪

高温摩擦磨损试验机 (THT 1000 °C)

THT 1000 °C 采用独特的双加热元件布置,将高温摩擦测试的可靠性和稳定性推至全新的高度。差分摩擦力测量可确保实现极高温度条件下极小的信号漂移。摩擦副和样品夹具的精心设计可确保用户进行无故障测量 - 即使在 1000 ℃ 高温下进行摩擦测试时亦如此。

独特功能:

- 配备双 LVDT 摩擦力传感器以尽量减小摩擦力测量的热漂移误差
- 通过顶部和循环加热元件以及水冷却系统来实现精确且均匀的温度控制(高达 1000 ℃)
- 采用独立法向载荷加载和摩擦力测量设计,可避免不同作用力信号之间相互影响
- 配备用于摩擦载荷测量的高线性度和精确性弹性臂
- 符合 ASTM G99 和 ASTM G133 标准

真空摩擦磨损试验机/真空高温摩擦磨损试验机 (TRB V/THT V)

我们的真空摩擦磨损试验机专为摩擦和磨损研究提供室温或高温条件下精确控制的真空条件(低至 10^{-7} mbar)或气体环境。专业的真空系统可使用户以可控及可靠方式快速达到所需的大气条件。

独特功能:

- 初级 (10^{-3} mbar) 或二级 (10^{-7} mbar) 真空控制
- 具有多达三种气体的气体配置,并能对压力或质量流量进行精确反馈控制
- 采用独立法向载荷加载和摩擦力测量设计,可避免不同作用力信号之间相互影响
- 配备用于摩擦载荷测量的高线性度和精确性弹性臂
- 符合 ASTM G99 和 ASTM G133 标准

技术参数

	标准摩擦磨损试验机 (TRB³)	高温摩擦磨损试验机 (THT)
法向力范围	最高可达 60 N	最高可达 60 N
法向力分辨率	-(净重)	-(净重)
摩擦力范围	高达 20 N(可选 5 N)	高达 10 N(可选 20 N)
摩擦力分辨率	0.06 mN(可选 0.015 mN)	0.03 mN
旋转运动		
测试速度	0.2 rpm 到 2000 rpm	0.3 rpm 至 600 rpm (可选 1500 rpm)
半径	高达 40 mm	0.5 mm 至 35 mm
最大扭矩	450 mN.m	450 mN.m
线性往复运动[1)]		
行程长度	高达 60 mm	-
测试速度	高达 370 mm/s	-
频率	0.01 Hz 至 10 Hz	-
旋转往复运动[2)]		
测试速度	0.2 rpm 到 2000 rpm	0.3 rpm 至 600 rpm (可选 1500 rpm)
频率	0.01 Hz 至 7 Hz	0.01 Hz 至 7 Hz
角振幅往复摆动角度	±5° 到 ±150°	±10° 到 ±150°
偏转角分辨率	0.1°	0.1°
选件		
在线磨损深度	-2 mm 至 2 mm	高达 1.2 mm
加热能力	在干燥条件下高达 450 °C 在液体条件下高达 150 °C	高达 1000 ℃
接触电阻	高达 1000 Ohms	高达 1000 Ohms
真空度	低至 10^{-7}mbar	低至 10^{-7}mbar
相对湿度范围	15 % 至 95 %[3)]	-

1) 往复运动参数取决于样品台上样品的行程长度、频率和质量。
2) 旋转往复运动参数取决于样品台上样品的角振幅、频率和质量
3) 对于湿度控制摩擦磨损分析仪,可以提供定制的解决方案。

软件功能:

- 在测量过程中可采集连续的摩擦力信号实时数据
- 一次可同时测量可编程转速增量和法向力
- 一次可同时测量用户定义的检测序列
- 统计模式可用于测量数据分析
- 数据采集速率可调节,最高达 400 Hz,并可记录高保真摩擦现象
- 赫兹应力建模软件:可为摩擦分析提供更好的测试参数选择
- 多周期角度往复式模式可消除因法向载荷与样品旋转轴未对准而产生的误差
- 摩擦力和摩擦系数阈值自动保护
- 摩擦力、转速和测量半径自动校准程序
- 自动生成一组测量结果的报告

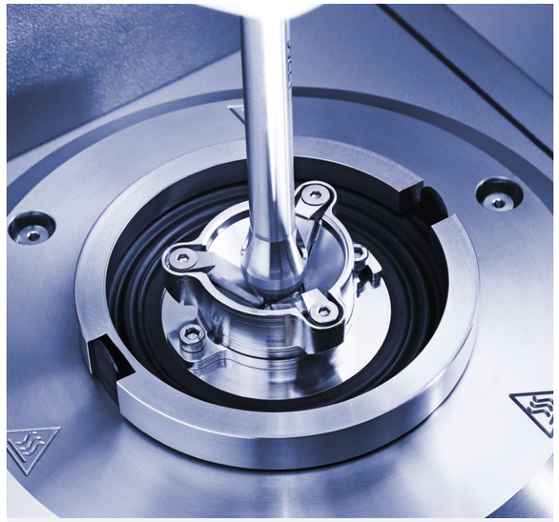
安东帕摩擦磨损分析仪

MCR 摩擦磨损分析仪:
摩擦测试的发展

利用 MCR 摩擦磨损分析仪精确的运动和法向力控制进行摩擦测量。
在一台仪器上开辟全新的测量范围,扩展传统摩擦测试。MCR 摩擦磨损分析仪具备大量测试模具和接触形状,可满足您的各种需求。我们在精密仪器领域拥有数十年的经验。

独特功能:

- 无缝测量起动力以及干性和润滑接触的静摩擦和极限摩擦
- 可以获得九个数量级滑动速度范围的 Stribeck 曲线 - 每秒数纳米至每秒 3.3 米
- 适用于食品和饮料、润滑油和油脂、聚合物、眼科、生物医学等
- 扩展环境控制的全部优点
- 温度范围在 -160 ℃ 至 +600 ℃ 之间
- 湿度控制范围为 5 % 至 95 %
- 除现有设置外,还可以进行自定义,完美适合您的应用需求



三板球: (或 T-PTD200)
完全灵活和精确的运动

三板球式方式是可用于润滑过的或干燥摩擦系统的成熟的测量方法。具有不同的测量试件(板、圆柱)以适用于特定的样品要求。
该装置的核心是 T-PTD 200 摩擦测量单元,保证了准确对准,使法向力均匀分配到测量样品上。

独特功能:

- 九个数量级范围的滑动速度曲线 - 从每秒数纳米至每秒 3.3 米
- 几 kPa 至 1.2 GPa 的接触压力
- 应用范围广泛 - 从食品和饮料到润滑剂和油脂、金属工作液等
- 多种样品和支架适用于特定应用
- 帕尔帖加热系统可实现从 -40 ℃ 到 +200 ℃ 的卓越温度控制能力

三板球: (或 T-BTP)
扩展的环境控制附件

该附件可 在 -160 ℃ 至 +600 ℃ 温度范围或 5 % 至 95 % 相对湿度范围内进行测量。可应用低至 0.1 N 的法向力。测量系统的刚度可通过获得专利的弹簧系统进行调整,该系统可传递垂直方向施加的法向力(专利 号 AT514726A1)。

独特功能:

- 尽享 MCR 摩擦磨损分析仪带来的完整运动和力范围以及增加的低力度灵敏度
- 利用对流控温系统 (CTD) 的优点进行摩擦测量
- 温度范围在 -160 ℃ 至 +600 ℃ 之间。
- 湿度控制范围为 5 % 至 95 %
- 弹簧刚度在 z 方向可调,从而提供出色的阻尼特性

销盘式原理(或 T-PID/44)

T-PID/44 可在干燥和润滑条件下实现球面/平面、平面/平面或线性接触。弹簧刚度在 z 方向可调,从而实现出色阻尼特性。不同样品材料可在上支架和下支架中固定,应用范围广泛。

独特功能:

- 接触形式包括平面/平面接触至点接触、研磨接触、线性接触等
- 温度范围在 -30 °C 至 +210 °C 之间。
- 多样化应用:沥青、润滑油和油脂、化妆品、食品和饮料、冰、软骨、生物医学等
- 利用平面/平面接触形式,实现低接触压力应用
- 可调整设置以适应环盘式测试配置

技术参数

MCR 摩擦磨损分析仪				
温度控制技术		帕尔贴		电加热
测量池	T-PTD 200	T-PID/44	T-BTP	
环境条件				
温度范围	-40 °C 至 +200 °C	-30 °C 至 +210 °C	-20 °C 至 +180°C	-160 °C 至 +600°C
相对湿度范围	-	-	5 % 至 95 %	-
接触条件				
法向力范围	1 N 至 50 N	1 N 至 50 N	0.1 N 至 70 N	
法向力分辨率	0.005 N			
接触类型	点、轴承	点、线、平面	点	
运动条件				
连续旋转				
转速范围	10^{-6} rpm 至 3000 rpm	10^{-6} rpm 至 1000 rpm	10^{-6} rpm 至 3000 rpm	
滑动速度范围	10^{-8} m/s 至 3.3 m/s	10^{-8} m/s 至 2.3 m/s	10^{-8} m/s 至 1.4 m/s	
扭矩范围*	1 nNm 到 300 mNm			
扭矩分辨率 *	0.1 nNm			
振荡旋转				
频率	10^{-7} Hz 至 100 Hz			
角振幅往复摆动角度	1 µrad 至 ∞ µrad			
偏转角分辨率	10 nrad			
其他参数				
最小磨损深度	0.65 µm			

*) 摩擦力范围和摩擦力分辨率取决于所用测量系统。

MCR 摩擦磨损分析仪软件功能:

- 易于设置和控制摩擦测量,包括法向力、起动扭矩、速度、偏转、温度、湿度(可选)等。
- 可使用 Stribeck 测试、静摩擦测试、磨损测试等预定义测试模板。
- 各种测量在单独功能块中具有明确定义
- 采用测试设计器指导您自行定义实验
- 将数次测量作业与井井有条的数据结构优势相结合
- 创建多轴图按所需的方式展示数据
- 运行测试后数据分析并创建个体化分析程序
- 测试结束时自动导出数据和报告

Anton Paar
Certified Service

“
我们确信我们
提供的是优质仪器。安东帕为此
仪器提供三 年全面**质保服务**。
”

所有新仪器*都将带有三年保修,
这样,您可以避免不可预见的成本发生,并且始终拥有值得信赖的仪器。
除了质保服务之外,我们还提供一系列可供选择的仪器维护及保养服务。

* 有些仪器因所使用的技术而需要按照维护时间表进行维护。
按时执行维护保养服务是获得三年质保的前提条件。

制造商直接提供服务与支持
我们的全面服务可为您的设备提供最佳保障。
您可以获得:

最长运行时间:无论您使用仪器的频率有多高,我们都会帮助您使其良好运转,并为您的投资提供保护 - 包括三年保修。

最短相应时间:我们会在24小时内回复您的询问-是真实的服务工程师,而不是客服机器人。

获得认证的服务工程师:在安东帕的培训机构内,我们将对我们的技术专家进行了无缝而彻底的培训,并保证他们所获得的服务认证是符合规范和要求的。

全球服务网络:遍布 86 个地点,共有 350 名注册服务工程师。无论您所处何方,都会有安东帕认证的服务工程师给您提供服务。

© 2022 Anton Paar GmbH | 保留所有版权和解释权
所有参数如有修改，恕不另行通知.
XCSIP004ZH-H

Anton Paar

Anton Paar® GmbH
Anton-Paar-Str. 20
A-8054 Graz
Austria - Europe
Tel: +43 (0)316 257-0
Fax: +43 (0)316 257-257
www.anton-paar.com

安东帕中国

上海(中国总部)
中国上海市合川路2570号
科技绿洲三期2号楼11层
邮编:201103
电话:+86 21 2415 1900
传真:+86 21 2415 1999
销售热线:+86 400 820 2259
售后热线:+86 400 820 3230
E-mail: info.cn@anton-paar.com
中国官网:www.anton-paar.cn
在线商城:shop.anton-paar.cn

北京
北京市朝阳区八里庄陈家林甲2号
尚8里文创园 A座202室
邮编:100025
电话:+86 10 6544 7125
传真:+86 10 6544 7126

广州
广州市越秀区先烈中路81号
洪都大厦A栋1606室
邮编:510070
电话: +86 20 3836 1699
传真: +86 20 3836 1690

沈阳
辽宁省沈阳市皇姑区崇山东路11号
利星行广场707室
邮编:110031
电话:+86 24 3175 9301
传真:+86 24 3175 9301

成都
中国成都市金牛区蜀西路9号丰德
羊西中心901室
邮编:610036
电话:+86 28 8628 2862
传真:+86 28 8628 2861

西安
西安市雁塔区南二环东段396号
秦电大厦926室
邮编:710061
电话: +86 29 8523 5208
传真: +86 29 8523 5208

本公司产品总览

实验室与在线应用中的密度，浓度，黏度以及折光的测量
- 液体密度及浓度测量仪器
- 饮料分析系统
- 酒精检测仪器
- 啤酒分析仪器
- 二氧化碳测量仪器
- 精密温度测量仪器

流变测量技术
- 高级流变仪
- MultiDrive 流变仪

黏度测量
- 黏度计
- 落球式黏度计
- 旋转流变仪/黏度计

化学与分析技术
- 微波消解/萃取
- 微波合成

高精密光学仪器
- 折光仪
- 旋光仪
- 拉曼光谱仪

石油石化测试仪器
- 闪点、常压蒸馏、氧化安定性
- 针/锥入度、软化点
- 燃料油、润滑油等常规测试

表面力学性能测试仪器
- 微/纳米力学测试系统
- 微/纳米压痕仪
- 划痕测试仪
- 摩擦磨损测试仪
- 原子力显微镜

材料特性检测
- 小角X射线散射仪
- 固体表面Zeta电位分析仪

颗粒表面
- 激光(微米/纳米)粒度仪

固体材料直接表征
- 比表面积,孔径分析仪
- 化学吸附仪
- 蒸汽吸附仪
- 压汞仪
- 薄膜孔径分析仪
- 真密度计
- 振实密度计

安东帕在线商城

安东帕微信公众号

www.anton-paar.com